



## ⑫ Gebrauchsmuster

U 1

(11) Rollennummer G 87 05 723.9

(51) Hauptklasse F01N 3/28

Nebenklasse(n) B01J 35/04

(22) Anmeldetag 18.04.87

(47) Eintragungstag 19.06.87

(43) Bekanntmachung  
im Patentblatt 30.07.87

(54) Bezeichnung des Gegenstandes  
Wabenkörper zur Reinigung der Abgase von  
Verbrennungskraftmaschinen

(71) Name und Wohnsitz des Inhabers  
Thyssen Industrie AG, 4300 Essen, DE

(74) Name und Wohnsitz des Vertreters  
Eberhard, F., Dipl.-Phys. Dr.-Ing., Pat.-Anw.  
4300 Essen

Ansprüche:

- 5 1. Wabenkörper zur Reinigung der Abgase von Verbrennungskraftmaschinen als Katalysatorträger, dadurch gekennzeichnet, daß die Querschnitte der Einzelkanäle (2) ein Verhältnis der Breite (3) zur Höhe (4) von 1,5 bis 15 aufweisen.
- 10 2. Wabenkörper nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Breite (3) der Einzelkanäle (2) ca. 3 bis 8 mm beträgt und die Höhe (4) der Einzelkanäle (2) 0,65 bis 0,9 mm beträgt.
- 15 3. Wabenkörper nach Anspruch 1 oder 2, aus Metallfolien, bei dem eine gewellte Folie von einer glatten, ungeprägten Folie gehalten ist, dadurch gekennzeichnet, daß bei der gewellten Folie (6) die Wellen (8, 9) mit der Höhe (4) der Kanäle (2) abwechselnd nach beiden Seiten aus der Folie (6) herausgeprägt sind
- 20 4. Wabenkörper nach Anspruch 1 oder 2 aus pfeilförmig gewellten Metallfolien, dadurch gekennzeichnet, daß die Wellenberge (10, 11) je zweier aufeinanderliegender Folien (6) in die gleiche Richtung, nämlich senkrecht zur Oberfläche der Folien (6) weisen, die pfeilförmigen Spitzen (12,13) der Wellenprägung aufeinanderliegender Folienlagen (6) jeweils in entgegengesetzte Richtung zeigen.
- 25 5. Wabenkörper nach Anspruch 1 oder 2 aus gewellten Metallfolien, die schrägverzahnt sind, dadurch gekennzeichnet, daß die Wellenberge (10, 11) je zweier aufeinanderliegender Folien (6) in gleiche Richtung, nämlich senkrecht zur Oberfläche der Folien (6), weisen und die Richtungen (α) der Schrägverzahnung gegen die Folienquer-richtung (14) jeweils aufeinanderliegender Folien (14) jeweils verschieden sind (15, 16).
- 30 35 6. Wabenkörper nach einem der obigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Querschnitte der Einzelkanäle (2) im zentralen Flächenbereich der Wabenkörper-Querschnittsfläche größer sind als die Querschnitte der Einzelkanäle (2) im Außenbereich,

18.04.87

Essen, den 13.4.1987

PZ 3425 Fö/bk

5

THYSSEN INDUSTRIE AG

Am Thyssenhaus 1

4300 Essen 1

## 10 Wabenkörper zur Reinigung der Abgase von Verbrennungskraftmaschinen

Die Erfindung betrifft Wabenkörper zur Reinigung der Abgase von Verbrennungskraftmaschinen. Die Wabenkörper dienen als Träger für Beschichtungen, insbesondere als Träger für einen edelmetallimprägnierten Wash-Coat.

15

Nach dem deutschen Gebrauchsmuster 73 02 106 werden zur Herstellung von Wabenkörpern aus Heizleitermaterial Folien wellig geprägt und abwechselnd mit einer glatten, ungeprägten Folie zum Körper gewickelt bzw. gestapelt. Die ungeprägte, glatte Folie dient zur Abstandshaltung. Der Nachteil

20 dieser Anordnung ist es nun, daß ca. 20 % der effektiven Folienoberfläche als Anlagefläche dient und damit der chemischen Schadstoffumsetzung nicht zur Verfügung steht. Hierbei werden trapezförmige Kanäle einer mittleren Breite von ca. 1,1 mm und einer freien Höhe von ca. 1,1 mm gebildet. Nach Beschichtung mit einem keramischen Material (Wash-Coat)

25 sind die freien Kanalquerschnitte etwa kreisförmig ausgebildet, weil sich in den Ecken dickere Wash-Coat-Schichten ablagern als auf den freien Folien-Flächen. Die für Anwendungen als Katalysatorträger für Kraftfahrzeuge üblichen Durchmesser der Kanalquerschnitte betragen dann etwa 1 mm, nachdem der Wash-Coat aufgebracht ist.

30 Die heute überwiegend üblichen Wabenkörper aus Keramik mit 400 Zellen/inch<sup>2</sup> weisen quadratische Kanalquerschnitte mit 1,1 x 1,1 mm auf. Die Wash-Coat-Ansammlung in den Ecken führt auch hier zu einem mehr kreisförmigen Querschnitt der Kanäle von ca. 1 mm Durchmesser.

4

18.04.87

- 2 -

- In der DE-OS 27 59 559 wird vorgeschlagen, die Folie für Katalysatorträger-Wabenkörper pfeilförmig verzahnt zu prägen. Bei jeweils um 180° gedrehten Folienlagen mit dadurch entgegengesetzten Pfeilrichtungen kann auf eine glatte Zwischenlage verzichtet werden. Die sich überschneidenden Wellenberge sorgen für die Abstandshaltung. Eigene Messungen zeigen nun, daß hierbei eine Folge großer und kleiner hydraulischer Durchmesser je eines Kanals entsteht, obwohl die Querschnittsfläche pro Kanal konstant bleibt. Dies führt zu wesentlich erhöhten Druckverlusten in der Summe über die Kanallänge, oder bei einer Vergrößerung der Wellenquerschnitte zu gleichem Druckverlust wie bei dem Katalysatorträger mit Zwischenlage, dann aber zu verringerten chemischen Schadstoffumsetzungen bei gleichem Katalysator-Trägervolumen.
- 15 Es ist nun Aufgabe der Erfindung, die Kanal-Querschnittsform so auszubilden, daß ein größeren Verhältnis von Schadstoffumsatz zu Druckverlust erzielt wird.
- 20 Die Aufgabe wird bei einem Wabenkörper der eingangs genannten Gattung dadurch gelöst, daß die Querschnitte der Einzelkanäle ein Verhältnis von Breite zur Höhe von 1,5 bis 15 aufweisen. Es wurde nun überraschend gefunden, daß sich bei den laminaren Strömungen, wie sie in den Trägern auftreten, die Ausbildung der Kanalquerschnitte als Spalt bzw. Rechteck 25 oder mit ovaler Form ein bis zu 30 % besseres, d.h. größeres Verhältnis des Schadstoffumsatzes zum Druckverlust ergibt. Die Form der Kanäle führt zu einer geringeren Wandfläche als bei den Wabenkörpern nach dem Stand der Technik gleicher Größe und bringt insbesondere bei Wabenkörpern aus Metall noch den Vorteil, daß eine verringerte Folienmenge 30 erforderlich ist.

Wenn der Wabenkörper aus Keramik besteht, läßt sich die erfindungsgemäße Querschnittsform durch eine geeignete Ausbildung des Extrusionswerkzeuges leicht einstellen.

- 35 Im einzelnen kann die Erfindung wie folgt vorteilhaft ausgestaltet sein.

18.04.87

- 3 -

Günstige Verhältnisse von Schadstoffumsatz zu Druckverlust bei guter Stabilität der Wabenkörper werden dadurch erreicht, daß die Breite 5 der Einzelkanäle ca. 3 bis 8 mm beträgt und die Höhe der Einzelkanäle 0,65 bis 0,9 mm. Große Breiten der Querschnitte wirken sich nachteilig auf die Festigkeit der Wabenkörper aus.

Der Wabenkörper aus Metallfolien, bei dem eine gewellte Folie von 10 einer glatten, ungeprägten Folie gehalten ist, kann so aufgebaut sein, daß bei der gewellten Folie die Wellen mit der Höhe der Einzelkanäle abwechselnd nach beiden Seiten aus der gewellten Folie, die im Übrigen glatt ist, herausgeprägt sind. Die glatten Folien liegen dann jeweils den Scheitelpunkten der herausgeprägten Wellen an, und die Einzelkanäle 15 haben außer der Querschnittsfläche mit dem Breiten- und Höhenverhältnis von 1,5 bis 15 damit zusammenhängend die Flächen der herausgeprägten Wellen.

Um im Fall der Metall-Folien-Träger einen Teil der Folienmenge, die 20 bisher als Anlagefläche verwendet wird, einsparen zu können, schlägt die Erfindung vor, die seitliche Begrenzung der langgezogenen Kanalquerschnitte und die Abstandshaltung der Folienlagen mit Hilfe von pfeilförmig verzahnten Wellen auszuführen. Dabei zeigen die Wellenberge aufeinanderfolgender Folienlagen in die gleiche Richtung, die 25 Pfeilspitzen der Wellenberge aufeinanderfolgender Folienlagen aber jeweils in entgegengesetzte Richtung. Auf diese Weise wird ein nahezu rechteckiger Kanalquerschnitt erzeugt, dem sich ein kleinerer Flächenanteil der Wellung der darauffolgenden Folienlage hinzu addiert. Auf diese Weise dienen nur etwa 5 bis 7 % der gesamten Folienoberfläche 30 als Anlagefläche. Dabei erfolgte die Begrenzung der Breite der Kanäle durch die pfeilförmig geprägten Wellen.

Statt mit einer pfeilförmigen Wellung kann der Wabenkörper auch mit 35 schrägverzahnten Wellungen so ausgebildet sein, daß die Wellenberge je zweier aufeinanderliegenden Folien in gleicher Richtung, nämlich senkrecht zur Oberfläche der Folie, weisen, die Richtung der Schrägl-

verzahnung gegen die Folienquerrichtung jeweils aufeinanderliegender Folien mit unterschiedlichen Winkeln angeordnet sind. Durch die verschiedenen Winkel kreuzen sich die Wellen und dienen als Abstandshalter und seitliche Begrenzung der langgezogenen Kanalquerschnitte.

Bei beiden Ausführungsarten können die aufeinanderliegenden Folienlagen entweder durch Wickeln oder Aufeinanderschichten hergestellt werden.

10

- In einer besonders vorteilhaften Ausgestaltung sind die Querschnitte der Einzelkanäle im zentralen Flächenbereich der Wabenkörper-Querschnittsfläche größer als die Querschnitte der Einzelkanäle im Außenbereich. Da die Rauchgasströmung bzw. Strömung der Verbrennungsgase ein Temperaturprofil mit höherer Temperatur in der Mitte des Abgasrohres aufweist, und die Diffusionskonstanten der Schadstoffe mit der Temperatur steigen, die Dichte des Gases aber sinkt, wirkt sich die Vergrößerung der Kanalquerschnitte im inneren Bereich der Katalysatorträger günstig auf den Druckverlust aus, ohne den chemischen Umsatz zu senken. Außerdem wird durch die Maßnahme der Folienbedarf wesentlich verringert. Ein derartiger Wabenkörper ist durch Aufwickeln der Folien leicht herstellbar. Zu Beginn des Aufwickelns der Folien ist ein sehr kleiner Krümmungsradius vorhanden, der beim weiteren Aufwickeln abnimmt. Wegen des kleineren Krümmungsradius spannen sich die schräg- oder pfeilverzahnten Wellen zu Beginn stärker ab, als am Außenumfang des Körpers. Auf diese Weise werden im Innenbereich des Gesamtquerschnittes der Wickelkörper die größeren Kanalquerschnitte und damit größere hydraulische Durchmesser erzielt als außen.
- 30 Im folgenden wird die Erfindung anhand eines Ausführungsbeispiels erläutert. Es zeigen im einzelnen

Figur 1 eine schematische Darstellung eines Ausschnitts der Stirnfläche eines Wabenkörpers aus Keramik,

35

Figur 2 eine schematische Darstellung eines Ausschnitts zwei Folienlagen eines Wabenkörpers aus Metallfolien mit einer glatten Zwischenschicht,

40

16.04.87

- 5 -

Figur 3 eine andere Gestaltung zweier Folienlagen mit Metallfolien  
ohne Zwischenschicht und

5

Figur 4 eine weitere Ausführungsart zweier Folienlagen mit Metallfolien  
ohne Zwischenschicht.

Ein Wabenkörper 1 zur Reinigung der Abgase von Verbrennungsmaschinen  
10 dient als Katalysatorträger. Die Querschnitte der Einzelkanäle weisen  
ein Verhältnis der Breite 3 zur Höhe 4 von 1,5 bis 15 auf. Dabei be-  
trägt die Breite 3 der Einzelkanäle 2 ca. 3 bis 8 mm und die Höhe 4 der  
Einzelkanäle 0,65 bis 0,9 mm. Der keramische Wabenkörper der Figur 1  
ist durch Extrudieren hergestellt. Auf den Wänden des Wabenkörpers 1  
15 ist eine Beschichtung aus einem keramischen Material (Wash-Coat) 5  
aufgebracht.

Bei den in Figur 2 dargestellten zwei Folienlagen eines Wabenkörpers  
aus Metallfolien, aus der der gesamte Wabenkörper 1 aufgebaut wird,  
20 ist eine gewellte Folie 6 von einer glatten ungeprägten Folie 7 gehalten.  
Bei der gewellten Folie 6 sind die Wellen 8, 9 mit der Höhe 4 der Kanä-  
le abwechselnd nach beiden Seiten aus der Folie 6 herausgeprägt. Bei  
dieser Ausführungsart weisen die Einzelkanäle Zusatzvolumina von der  
Größe der Wellen 8,9 auf.

25

In der Ausführungsart der Folien, aus denen der Wabenkörper aufgebaut wird  
nach Figur 3, sind die Wellenberge 10, 11 je zweier aufeinanderliegen-  
der Folien in die gleiche Richtung, nämlich senkrecht zur Oberfläche der  
Folien, in der Zeichnung nach oben, herausgeprägt. Die Wellen si...d pfeil-  
30 förmig ausgebildet und die Pfeilspitzen 12, 13 der aufeinanderliegenden  
Folien 6 zeigen jeweils in entgegengesetzte Richtung. Auch bei dieser  
Ausführungsform kommt zu dem Volumen des rechteckigen Einzelkanals mit  
der Breite 3 und der Höhe 4 das Volumen der Wellen 10, 11 hinzu.

35 Nach Figur 4 sind bei Metallfolien mit schrägverzahnten Wellen die Wellen  
ebenfalls in einer Richtung, in der Zeichnung nach oben, aus den Folien  
herausgeprägt. Die Richtungen der Schrägverzahnung der beiden aufeinan-  
derliegenden Folien 6 gegen die Folienquerrichtung 14,  $\alpha$  15 und -  $\alpha$  16

40

- 6 -

8705720

16.04.87

- 6 -

sind verschieden. Im Ausführungsbeispiel der Figur 4 unterscheiden sie sich durch das Vorzeichen.

5

Durch die Ausführung der Querschnitte der Einzelkanäle 2 in gestreckter Form wird trotz der Beschichtung mit Wash-Coat 5 ein großer, freier Querschnitt mit geringem Strömungswiderstand ohne Beeinträchtigung der umgesetzten Schadstoffmenge erreicht. Bei Versuchen mit einem

- 10 Metallkörper mit pfeilförmiger Ausbildung der Wellungen nach Figur 3 wurden gegenüber einem Metallkörper mit einer glatten Zwischenlage, bei dem die Wellung nach dem Stand der Technik mit kleinen, nahezu kreisförmigen Kanalquerschnitten von rd.  $1 \text{ mm}^2$  ausgeführt war, folgende Werte erhalten:

15

Prägehöhe der Wellen	0,85 mm, pfeilverzahnt mit 6° Anstellwinkel ( $\alpha_L$ )
----------------------	---

freie Kanalhöhe	0,72 mm
-----------------	---------

freie Kanalbreite	5 mm
-------------------	------

20

Druckverlust	verringert um 15 %
--------------	--------------------

chemischer Umsatz	verbessert
-------------------	------------

Folienmenge pro Katalysatorvolumen	verringert um 30 %
---------------------------------------	--------------------

- 25 Der aus den Folien nach Figur 3 gewickelte Körper wies im Innenbereich des Gesamtquerschnittes des Wickelkörpers (nicht dargestellt) größere Kanalquerschnitte und damit hydraulische Durchmesser auf als außen.

30

35

40

- 7 -

18.04.87

Essen, den 13.4.1987

PZ 3425 Fö/bk

5

## Z U S A M M E N F A S S U N G

### Wabekörper zur Reinigung der Abgase von Verbrennungskraftmaschinen

- 10 Wabekörper zur Reinigung der Abgase von Verbrennungskraftmaschinen dienen als Träger für mit einem Edelmetall imprägnierten Wash-Coat. Die bekannten Wabekörper weisen quadratische Kanalquerschnitte mit rd.  $1,1 \times 1,1 \text{ mm}^2$  Querschnittsfläche auf. Die geringen Querschnitte führen, noch verstärkt durch Ablagerungen von dickeren Wash-Coat-Schichten in den Zwickeln, zu hohen Strömungswiderständen. Eine wesentliche Verringerung der Strömungswiderstände ohne Verkleinerung der umgesetzten Schadstoffmengen bei einer Einsparung an Wabekörpermaterial wird dadurch erreicht, daß die Wabekörper (1) Einzelkanäle (2) aufweisen, die ein Verhältnis der Breite (3) zur Höhe (4) von 1,5 bis 15 haben.

20

Figur 1

25

18.3.87

Essen, den 13.4.1987

PZ 3475 Fö/bk

## B E Z U G S Z E I C H E N L I S T E

- 1 Wabenkörper
- 2 Einzelkanäle
- 3 Breite
- 4 Höhe
- 5 Wash-Coat
- 6 gewellte Folie
- 7 glatte, ungeprägte Folie
- 8 Welle
- 9 Welle
- 10 Wellenberg
- 11 Wellenberg
- 12 Pfeilspitze
- 13 Pfeilspitze
- 14 Folienquerrichtung
- 15 ♂
- 16 -♂

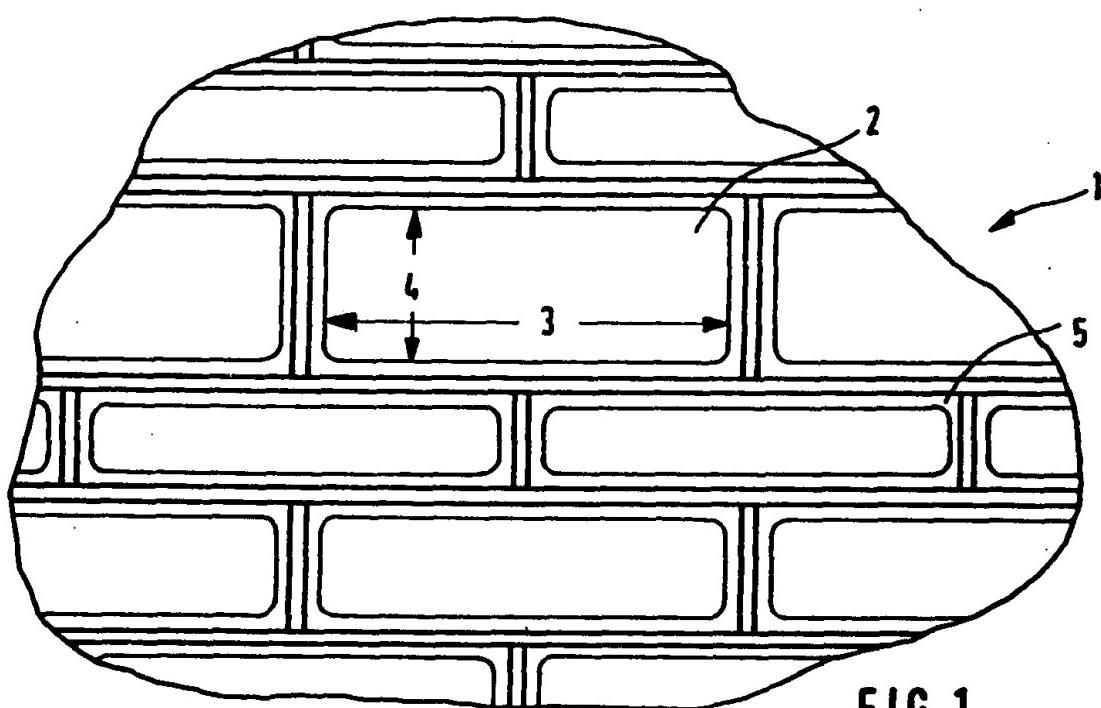


FIG.1

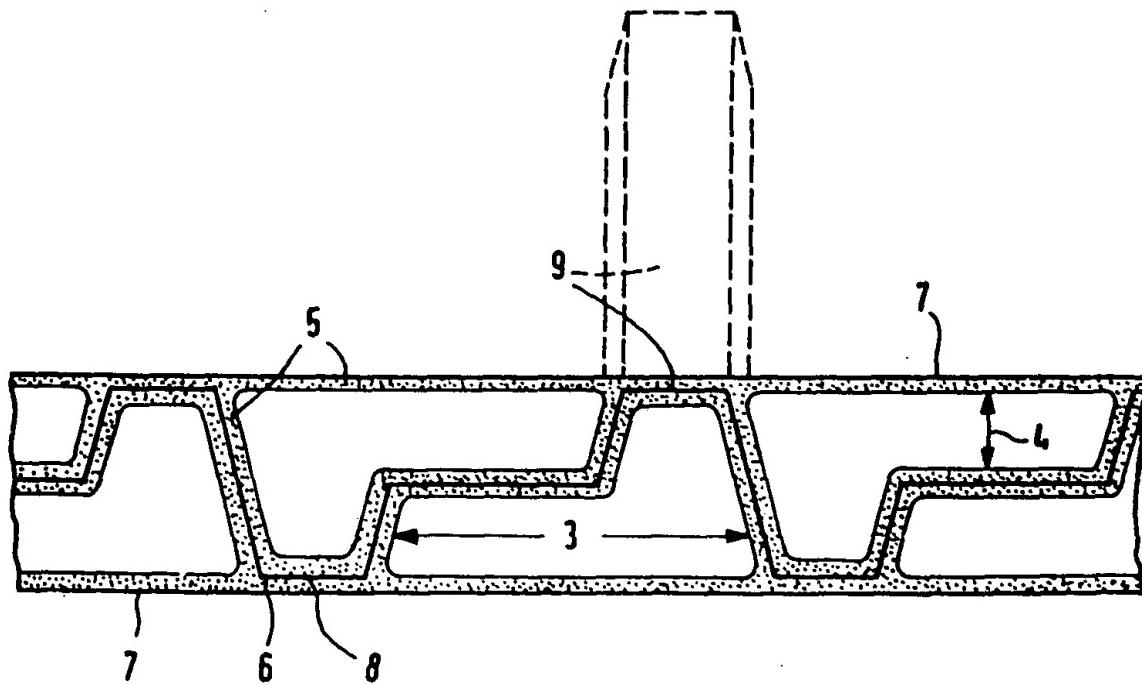


FIG.2

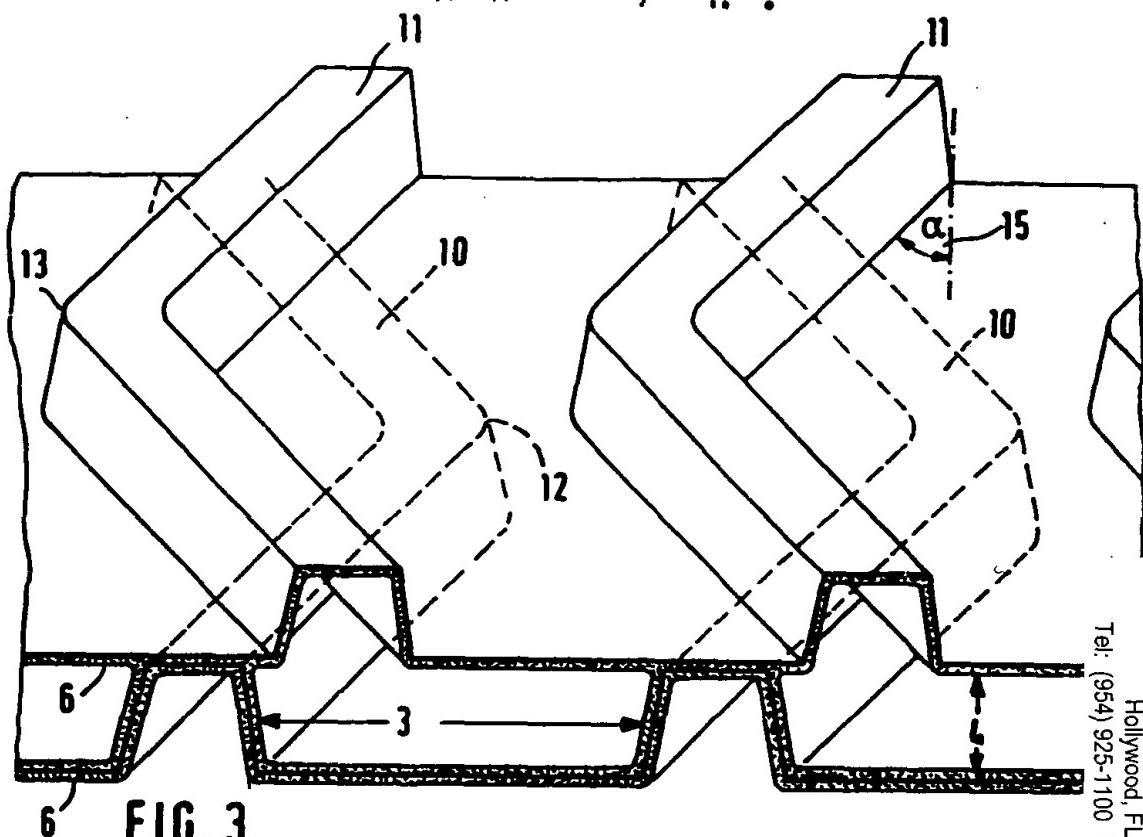


FIG. 3

Docket # E-41365  
App. # 09/998,724  
Applicant: Brück  
Lerner and Greenberg, P.A.  
Post Office Box 2480  
Hollywood, FL 33022-2480  
Tel: (954) 925-1100 Fax: (954) 925-1101

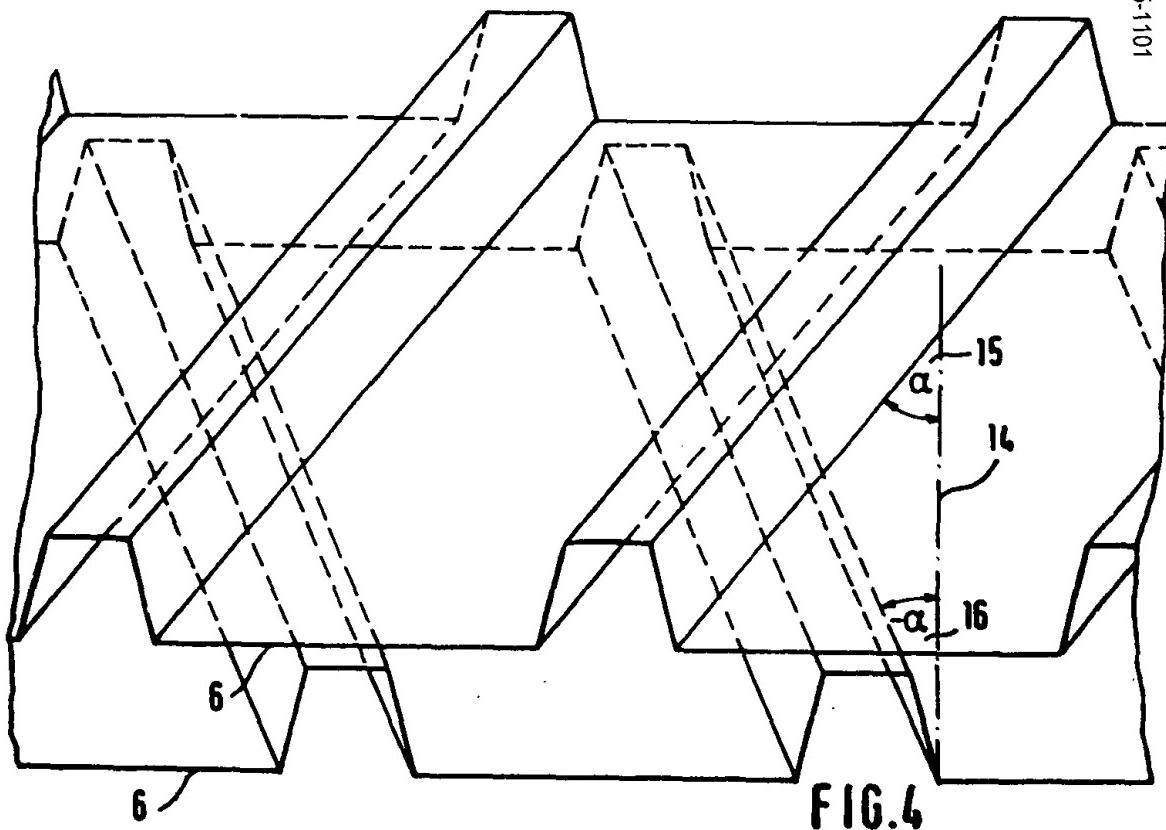


FIG. 4